

[2018年1月26日]

鉄建建設株式会社 経営戦略室 広報部

〒101-836 東京都千代田区神田三崎町2-5-3

TEL 03-3221-2297 FAX 03-3221-2379

パーカッション・シングルリバース工法を開発 ～硬岩地山の高圧多量湧水地帯に挑む先進ボーリング～

■鉄建建設株式会社（本社：東京都千代田区、社長：林 康雄）と鉱研工業株式会社（本社：東京都豊島区、社長：末永 幸紘）は、山岳トンネル工事において硬岩地山の高圧多量湧水地帯においてもコア採取が可能な先進ボーリング「パーカッション・シングルリバース工法」を開発し、特許申請をいたしました。また、「パーカッション・シングルリバース工法」と略語である「PS-SR工法」を登録商標として出願しています。

■長大トンネルでは、計画時の地山評価と施工中の地山状況の不一致が生じた場合、切羽前方（トンネル掘進方向）の地山調査が必要となります。この調査で、地質判定や試料採取を目的とした場合、最も一般的な調査方法は、切羽から水平にボーリングし、地山情報を取得する先進ボーリング（コアボーリング）です（500m以上のボーリングを行うこともある）。

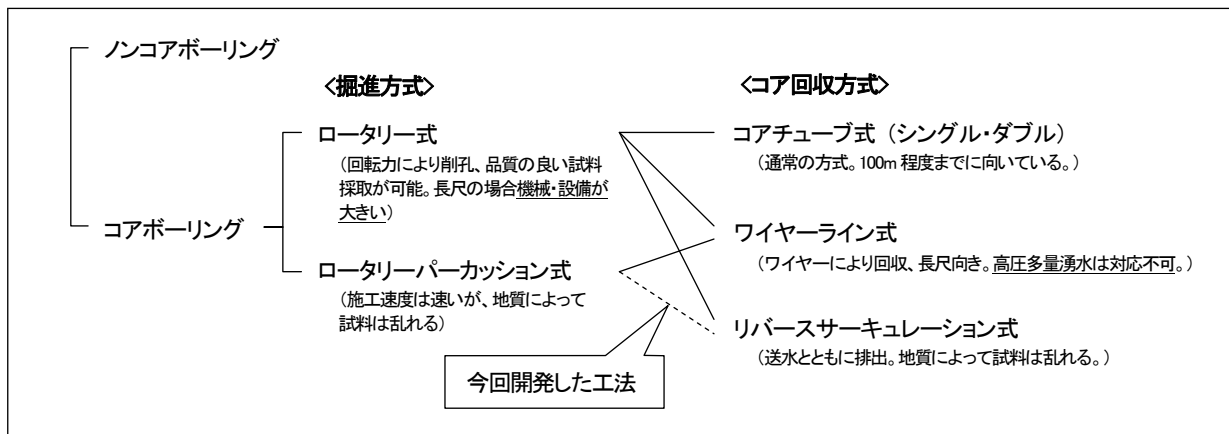


図1 トンネル工事におけるボーリング調査方法の分類

一般的に、コアボーリングの中では、不良な地山・土砂地山にはシールド機能を持つ二重管リバース工法（掘進方式：ロータリー式、コア回収方式：リバースサーキュレーション式）、軟岩・硬岩にはパーカッション・ワイヤーライン工法（同：ロータリーパーカッション式、同：ワイヤーライン式、以下、PS-WL工法と記載）が用いられています。特にPS-WL工法は、各種の地山に対応でき、削孔スピードも早いことから、近年では多く採用される工法となっています。

■ただPS-WL工法は、高圧多量湧水の状況下で、コアを採取するコアチューブを孔先端まで送り込む際に、高圧湧水で押し戻されてセットできず、コア採取が不能となることがあり課題となっていました。またコアチューブを回収する際に高圧湧水で一気に押し出され、コアチューブが孔外に飛び出す為、大変危険で安全上の問題があります。

今回開発したパーカッション・シングルリバース工法（以下、PS-SR工法と記載）は、PS-WL工法を施工中に、硬岩地山で高圧多量湧水に遭遇した場合の代替工法として考案しました。

■PS-SRI工法の特徴① まず、PS-WL工法からの変更が容易であることを大前提とするため、同工法と同じ削孔機（ロータリーパーカッション式）を使用して施工することを可能にしました。これにより、約1時間程度の作業時間で工法変更ができ、同等の施工速度で掘進することにより、工程への影響を最小限にすることができます。また、不良な地山で使用される二重管リバース工法と比べた場合、設備が小さくて済むため、設置場所を確保するためにトンネルを拡幅するなどの制約を受けずに済みます。

■PS-SRI工法の特徴② 高圧多量湧水の状況下で、コアの採取を可能とするため、コアの回収方法は、リバース水（湧水と削孔水）の排出とともに輸送するリバース工法です。具体的にはロッドはシングル（インナーロッドのみ）とし、削孔水をインナーロッドの外側（地山との間）から先端に向けて送水し、コアはコアビット部から湧水と一緒にインナーロッドの内部を通して排出します。被圧水帯でも湧水量が多くても、それらを逆に利用しコア採取が可能です。さらに湧水の水抜きを行いながら施工するため、水圧の低減ができ、より削孔がしやすくなります。

■PS-SRI工法の特徴③ コアの回収は、湧水が少ない地山においてももちろん適用可能です。この場合、PS-WL工法と比較すると、コアを採取するコアチューブを出し入れする工程を省略できるため、作業時間の短縮に繋がります。ただ、地山とインナーロッドの間に送水するため、適用地山は軟岩～硬岩で、送水が逸水しにくい地山を想定しています。

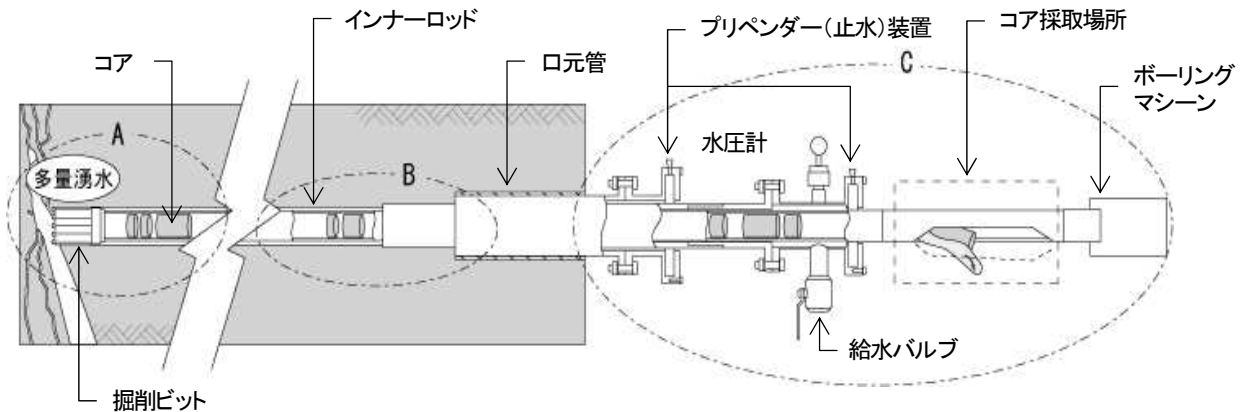


図2 PS-SRI工法 全体概要

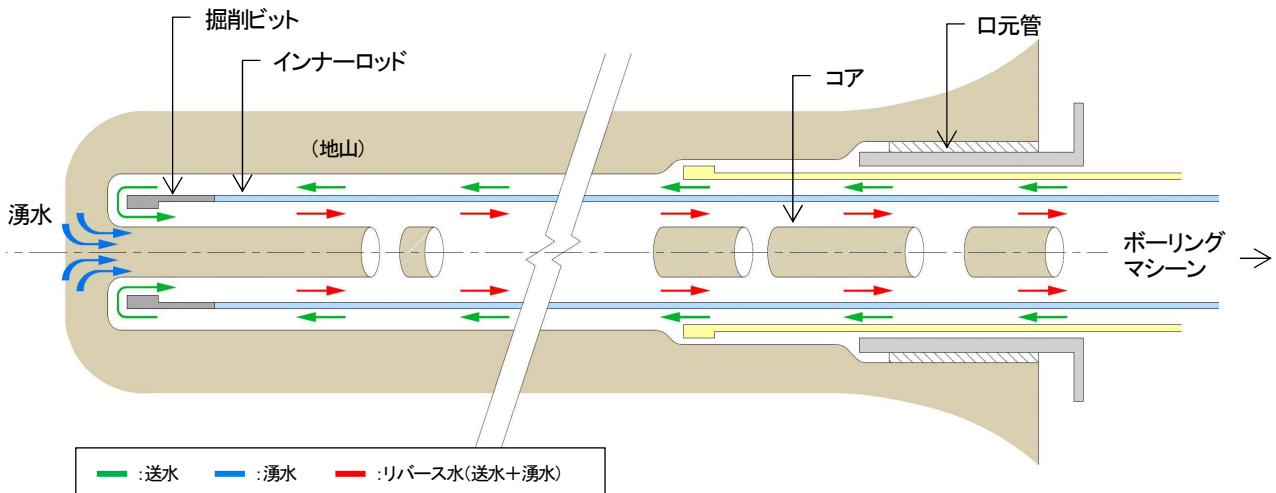
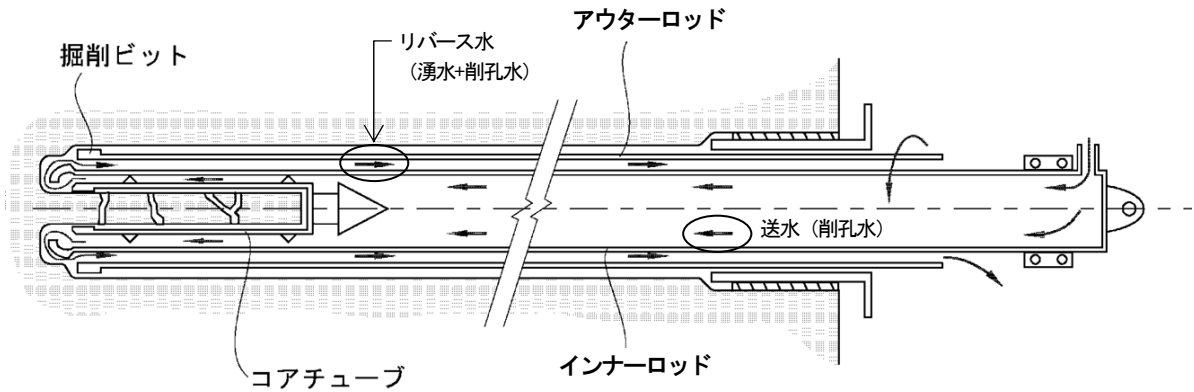


図3 地山内拡大図（A・B部）

[PS-WL工法概要図]

削孔はロータリーパーカッション式のため、小型機械でも削孔スピードが速い。インナーパイプから送水し、インナーパイプとアウターパイプの隙間からリバース水を出すのが特徴となります。



[二重管リバース工法概要図]

ロータリー式の為、削孔スピードを上げるには大型機械と専用設置場所が必要となります。

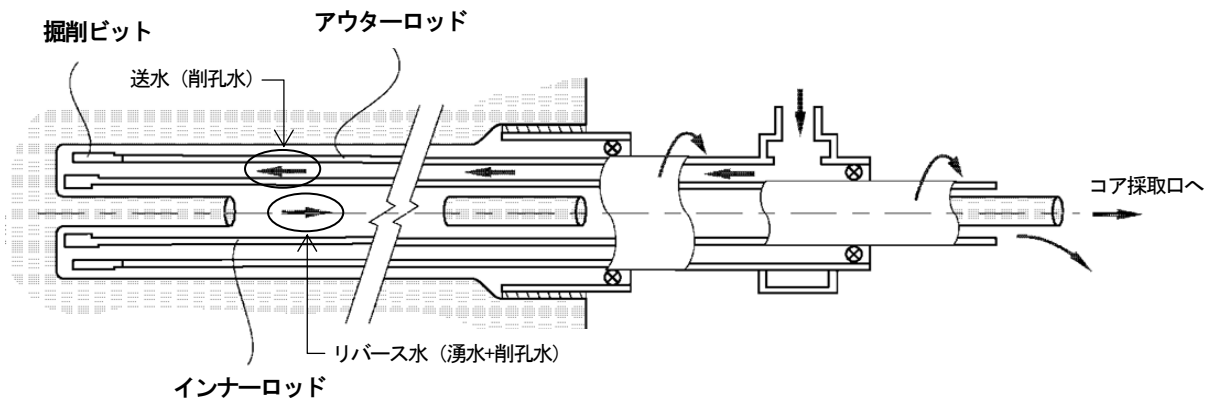


図4 在来工法概要図

■開発状況

2017年8月、鉾研工業株式会社の諏訪工場で性能確認試験を行ったのち、同10月には鉄建建設で施工中のトンネル現場で試験施工を行っています。これらの性能確認試験と試験施工では、コア採取状況、コア採取率、施工性について、PS-WL工法と同等以上の効果があることを確認しています。今後は、トンネル現場において更なる試験施工を行いながら、より良い技術としてブラッシュアップしていく予定です。

■性能確認試験の状況（鉾研工業株式会社 諏訪工場）

模擬地山としてL=5.5m、φ150mmの円筒にセメントミルクを充填し、削孔検証しました。

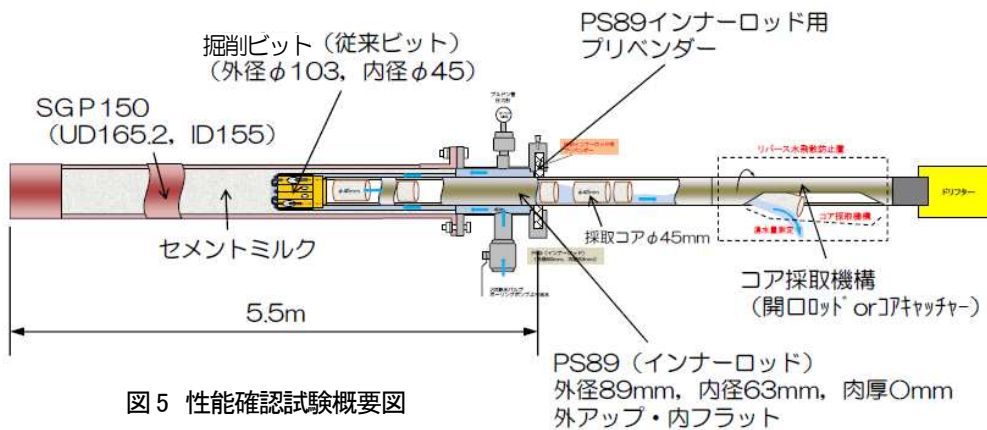


図5 性能確認試験概要図



写真1 試験の全体状況



写真2 採取コアとスライム(1m分)

■試験施工の状況



写真3 削孔前のコアビットと湧水の状況



写真4 リバース水とコアの採取状況